

5

## Formwerkzeug zur Herstellung von Formschaumkörpern

10

### Beschreibung

#### Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Formwerkzeug zur Herstellung von  
15 Formschaumkörpern, insbesondere von Polyurethan-Formschaumkörpern  
durch Einfüllen einer expandierbaren Reaktivmischung in eine Form.

Formschaumkörper neigen dazu, an den Oberflächen der Formwerkzeuge, in  
denen sie hergestellt werden, festzuhaften, wodurch die Entnahme der  
20 Formschaumkörper stark erschwert, zum Teil sogar unmöglich gemacht wird.  
Daneben führen die Wandhaftung und die dadurch induzierten Fließscherkräfte  
während des Aufschäumens und des Füllens der Kavität zu Störungen der  
Schaumstruktur in Oberflächennähe des Formschaumkörpers. Zur Lösung  
dieses Problems sind verschiedene Möglichkeiten bekannt.

25

#### Stand der Technik

Die am weitesten verbreitete Methode zur Verminderung der Wandhaftung ist  
30 die Verwendung eines zusätzlichen Trennmittels. In der DE-PS 1 131 873 wird

ein solches Verfahren behandelt. Die Trennmittel enthalten im Überschuss Stoffe, die mit den freien Isocyanatgruppen während des Schäumvorganges reagieren. Durch das Auftragen des Trennmittels auf die Innenflächen des Werkzeugs vor jedem Schäumvorgang wird das Anhaften des Schaumteils an  
5 den Formwänden vermieden. Nachteilig ist dabei die Bildung von Overspray, das die Anlagen verschmutzt und gesundheits- und umweltschädlich ist. Die in den Trennmitteln enthaltenen Lösungsmittel erfordern Abluftzeiten. Ebenso wird Zeit dafür benötigt, um das Trennmittel auf die Werkzeugform aufzubringen. Weiterhin verbleibt immer ein Teil des Trennmittels auf dem  
10 Formschaumteil, was häufig unerwünscht ist, weil der Verbau der so produzierten Teile erschwert wird. Daneben haben chemische Reaktionen des Trennmittels mit der Reaktivmischung während und auch nach dem Schäumvorgang unerwünschte Auswirkungen auf die Eigenschaften des Bauteils, speziell auf die Offenporigkeit der Oberfläche. Die nach gewisser Zeit  
15 notwendigen Reinigungszyklen der Kavitäten aufgrund von anhaftenden Rückständen führen zu weiteren Einschränkungen in der Produktivität.

Aus der DE-OS 2 055 772 sind deshalb Formwerkzeuge bekannt geworden, deren formgebende Oberflächen mit einer relativ dicken Basisschicht aus  
20 Kupfer oder Nickel versehen sind, auf die eine sehr dünne Chromschicht aufgebracht ist. Durch die Antihafteigenschaften des Chroms kann die Verwendung eines Trennmittels vermieden werden. Bei dieser Ausführungsform ist jedoch die Verminderung des Potentials der Chromschicht beim Schäumen problematisch, so dass das Potential nach jedem  
25 Schaumvorgang neu aufgebaut werden muss. Aufgrund der Empfindlichkeit der Chromschicht kann insbesondere bei hohen Stückzahlen auf Trennmittel nicht ganz verzichtet werden.

In der DE 38 37 351 C1 ist eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des  
30 Trennverhaltens dargestellt, bei der innere Trennmittel in die Komponenten zur

- Schaumbildung beigegeben werden. Dort wird bei der Herstellung von Polyurethan-Formschaumkörpern der Polyol-Komponente flüssiges Polybutadien beigegeben. Hierdurch findet jedoch nicht nur eine Beeinflussung an den Schaumoberflächen in Bezug auf die Verminderung der Schaumhaftung statt, sondern auch der Schäumvorgang, die chemischen Gegebenheiten und die späteren physikalischen Eigenschaften bei den Formkörpern werden beeinflusst. Auch zeigt sich, dass die Trennwirkung nicht hinreichend ist, um gänzlich auf äußere Trennmittel zu verzichten.
- 10 Schließlich ist aus der DE 197 13 566 C2 bekannt, ein ionisiertes Gasgemisch positiv aufgeladener Luft vor jedem Schäumvorgang mit hohem Druck in die Schäumform einzublasen, um das Potential der Antihafschicht und damit den Abstoßeffekt vor jedem Schäumvorgang wieder aufzubauen. Vorteilhaft bei diesem Verfahren ist, dass die Trennwirkung ohne Rückstände auf dem Formteil und ohne Beeinflussung der chemischen Reaktion erfolgt. Auch werden nachteilige Emissionen vermieden. Dieses Verfahren ist jedoch ausschließlich für Formschaumteile mit geschlossenen Schaumoberflächen geeignet, auch wirken bei diesem Verfahren starke Fliebscherkräfte während des Schäumvorganges, was zu Artefakten durch begrenzte Schaumkollapse im Bereich direkt unter der Schaumoberfläche führen kann. Auch ist der Handlungsschritt des Einblasens der ionisierten Luft zeitaufwendig und wirkt sich auf die Produktivität aus.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Formwerkzeug zu schaffen, mit dem die Herstellung eines Formschaumkörpers auf einfache Weise und kostengünstig möglich ist. Die Qualität der Formschaumkörper bezüglich der

Schaumoffenheit und damit der akustischen Wirksamkeit soll erhöht werden. Auch sollen die Fließscherkräfte minimiert werden.

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

- 5 Bei einem Formwerkzeug der Eingangs genannten Art werden die formgebenden Innenflächen des Werkzeugs mit einer Mikrostrukturierung nach dem Lotusblatt-Effekt und/oder einer dauerhaften Antihaftbeschichtung z.B. aus einem Fluorkunststoff oder einem Diamond-Like-Coating ausgestattet. Es zeigt sich, dass mit dem erfindungsgemäßen Formwerkzeug auf einfache
- 10 Weise eine dauerhafte Trennwirkung erzielt werden kann. Weiter wurde eine Hautbildung nahezu gänzlich vermieden, was für den Einsatz der Formschaumkörper als akustisch wirksame Komponenten zum Beispiel in der Automobilindustrie besonders wichtig ist, da durch die offene Oberfläche die Fähigkeit zur Schallabsorption erhöht wird. Auch zeigt sich, dass die
- 15 Fließscherkräfte in den Oberflächenbereichen des Formschaumkörpers verringert werden konnten. Durch die Verminderung der Fließscherkräfte wird die Blasenstruktur deutlich gleichmäßiger, da der Schaum während des Schäumvorgangs mechanisch nicht zu stark belastet wird. Dieses führt zu einer deutlich besseren Qualität der Formschaumkörper. Besonders vorteilhaft wirkt
- 20 sich dies bei Formschaumteilen aus, bei denen die Höhe klein gegenüber Länge und/oder Breite ist, da bei diesen Bauteilen der Volumenanteil, der durch Fließscherkräfte beeinflusst wird, besonders groß ist. Durch den verringerten Fließwiderstand wird ein verringerter Forminnendruck benötigt, um die Kavität während des Schäumvorganges zu füllen. Dieses führt letztlich zu leichteren
- 25 Werkzeugen und Werkzeugträgern. Der Materialverbrauch wird durch einen verringerten Austrieb im Bereich der Entlüftung gesenkt. Schließlich kann das Raumgewicht des fertigen Formschaumteils gesenkt werden, weil das eingesetzte Material mit einem niedrigeren Innendruck verarbeitet werden kann.

Die Ausgestaltung und Herstellung einer Fläche mit einer Mikrostrukturierung nach dem Lotusblatt-Effekt ist an sich bekannt. Sie wird in diesem Fall auf die formgebenden Innenflächen des Werkzeugs angewendet. Als Antihafschicht kommen Fluorkunststoffe wie Polytetrafluorethylen (PTFE) oder eine Mischung aus Tetrafluorethylen und Fluorvinylether (PFA) oder auch ein Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Compound (FEP) in Frage. Auch Fluorkunststoffe aus Polyethylen-Chlortrifluorethylen (ECTFE) oder aus Polyvinylidenfluorid (PVD F) sind hierfür geeignet. Ebenso geeignet sind zum Beispiel entsprechend dotierte Diamond-like-Coating-Schichten

10

Es wurden sowohl mit einer Mikrostrukturierung der Innenflächen nach dem Lotusblatt-Effekt als auch mit einer dauerhaften Antihafbeschichtung gute Ergebnisse erzielt. Möglich ist aber auch, beide Maßnahmen gemeinsam anzuwenden, das heißt auf die Innenfläche mit einer Mikrostrukturierung nach dem Lotusblatt-Effekt eine dauerhafte Antihafbeschichtung Fluorkunststoff aufzubringen.

15

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung ergibt sich dadurch, dass die Antihafbeschichtung auf Fluorbasis mit einem Anteil an verschleißbeständigem harten Material versehen wird. Hierdurch kann die Härte und die Verschleißbeständigkeit der Beschichtung erhöht werden. Bevorzugt wird hier ein Keramikmaterial verwendet. Diamond-Like-Coating-Beschichtungen besitzen aufgrund ihrer Struktur eine hohe Verschleißbeständigkeit und werden daher unter anderem zum Verschleißschutz eingesetzt.

20

Die Dicke der Antihafschicht beträgt bei Fluorkunststoffen 10 bis 100 µm bevorzugt 20 bis 50 µm und bei einer Diamond-Like-Coating-Beschichtung 1 bis 50 µm, bevorzugt 2 bis 20 µm.

25

## 6

Die Mikrostrukturierung nach dem Lotusblatt-Effekt kann direkt auf die Innenflächen des Werkzeugs aufgetragen werden. Möglich ist aber auch hierfür, eine Beschichtung der Innenflächen vorzusehen, in die dann die Mikrostrukturierung eingebracht wird.

5

Die Ausbildung des Formwerkzeugs führt zu einer hohen Standzeit des Werkzeugs, wodurch die Herstellungskosten für die Formschaumkörper verringert werden. Insbesondere die sehr dünnen Antihafschichten haben Einfluss auf die Abbildung sehr feiner Strukturen im Formschaumteil, so dass  
10 die Geometrie gegenüber einer unbeschichteten formgebenden Oberfläche nicht verändert werden muss.

Zusammenfassend ergibt sich durch die Erfindung eine Vermeidung von Produktionsschwankungen sowie von Ausschuß. Gleichzeitig wird die Taktzeit  
15 bei der Herstellung verringert und damit eine Erhöhung der Produktion erreicht. Auch wird eine Verringerung des Forminnendrucks und des Raumvolumens erzielt sowie eine Erhöhung der Absorptionsfläche. Schließlich werden Fließscherartefakte vermieden.

20 In der beiliegenden Figur sind vergleichende Messungen zur Schallabsorption von Formschaumkörpern, hergestellt nach einem üblichen Verfahren mit einem Trennmittel und mit einem Formwerkzeug mit einer Antihafbeschichtung, dargestellt. Die Kurven zeigen die äquivalente Absorptionsfläche  $A$  in  $\text{m}^2$  als Funktion der Frequenz in Hz. Die durchgezogene Kurve zeigt die an einem  
25 Formschaumkörper gemessenen Werte, das mit einem Werkzeug mit Antihafbeschichtung hergestellt wurde. Die gestrichelte Kurve dagegen zeigt die Werte gemessen an einem Formschaumkörper, der in einem Werkzeug unter Verwendung von Trennmitteln hergestellt wurde. Der mit dem neuen Formwerkzeug hergestellte Formschaumkörper zeigte eine deutlich verbesserte  
30 Schallabsorption.

In den beiliegenden Abbildungen werden die Auswirkungen der Erfindung auf ein Formschaumteil beschrieben:

- 5 Die Abbildung 1: zeigt eine stark vergrößerte Oberflächenaufsicht eines Formschaumteils mit Ansätzen zur Hautbildung, die durch den Einsatz von Trennmitteln hervorgerufen wurden.

Abbildung 2: zeigt stark vergrößert die Oberflächenaufsicht eines  
10 Formschaumteils mit offener Schaumoberfläche aus einer erfindungsgemäß ausgestatteten Kavität ohne Hautbildung.

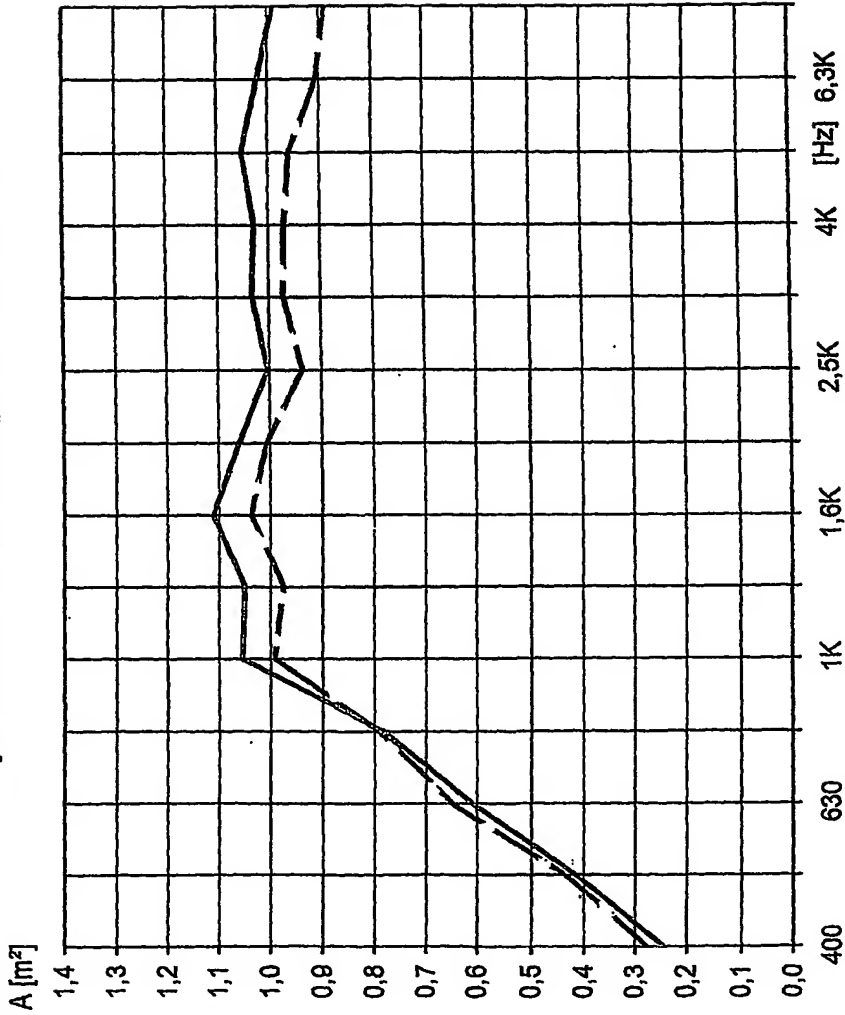
Abbildung 3: zeigt die vergrößerte Oberflächenaufsicht eines Formschaumteils mit Ansätzen zur Hautbildung, die durch den Einsatz von Trennmitteln  
15 hervorgerufen werden.

Abbildung 4: gibt die vergrößerte Oberflächenaufsicht eines Formschaumteils mit offener Schaumoberfläche aus einer erfindungsgemäß ausgestatteten Kavität ohne Hautbildung.  
20

Abbildung 5: stellt die vergrößerte Ansicht eines Schnitts durch den Oberflächenbereich eines Formschaumteils mit deutlichen Verzerrungen in der Blasenstruktur und Artefakten, hervorgerufen durch Fliebscherkräfte.

25 Die Abbildung 6: gibt die vergrößerte Ansicht eines Schnitts durch den Oberflächenbereich eines Formschaumteils aus einer erfindungsgemäß ausgestatteten Kavität ohne Verzerrungen in der Blasenstruktur wieder.

**Aquivalente Absorptionsfläche**





### Patentansprüche

1. Formwerkzeug zur Herstellung von Formschaumkörpern, insbesondere von Polyurethan-Formschaumkörpern, durch Einfüllen einer expandierbaren Reaktivmischung in eine Form, **dadurch gekennzeichnet**, dass die formgebenden Innenflächen des Werkzeugs mit einer Mikrostrukturierung nach dem Lotusblatt-Effekt und/oder mit einer dauerhaften Antihaftbeschichtung aus einem Fluorkunststoff oder einem Diamond-Like-Coating ausgestattet sind.
2. Formwerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antihaftbeschichtung einen Anteil an verschleißbeständigem harten Material hat.
3. Formwerkzeug nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material ein Keramikmaterial ist.
4. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antihafschicht aus Fluorkunststoff eine Dicke von 1 bis 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 2 bis 50  $\mu\text{m}$  hat.
5. Formwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antihafschicht aus Diamond-Like-Coating eine Dicke von 1 bis 50  $\mu\text{m}$ , bevorzugt von 2 bis 20  $\mu\text{m}$  hat.

Abb 1/6

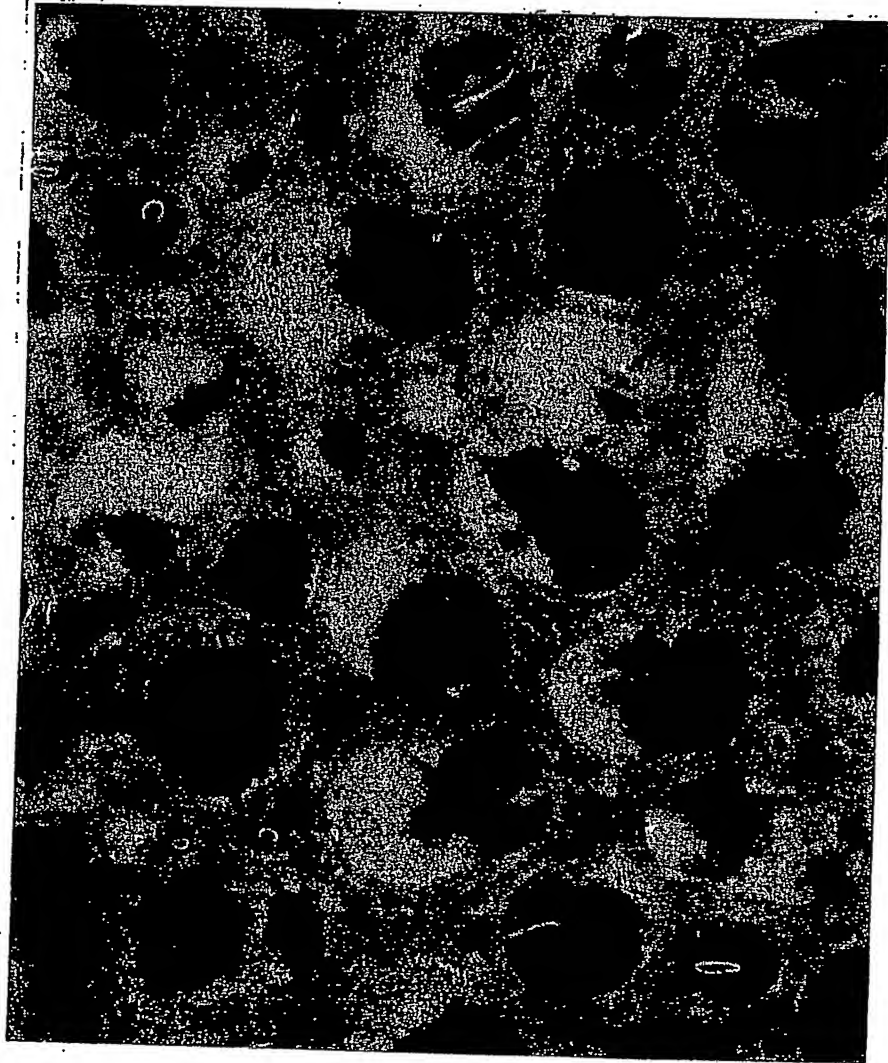


Abb 2/6

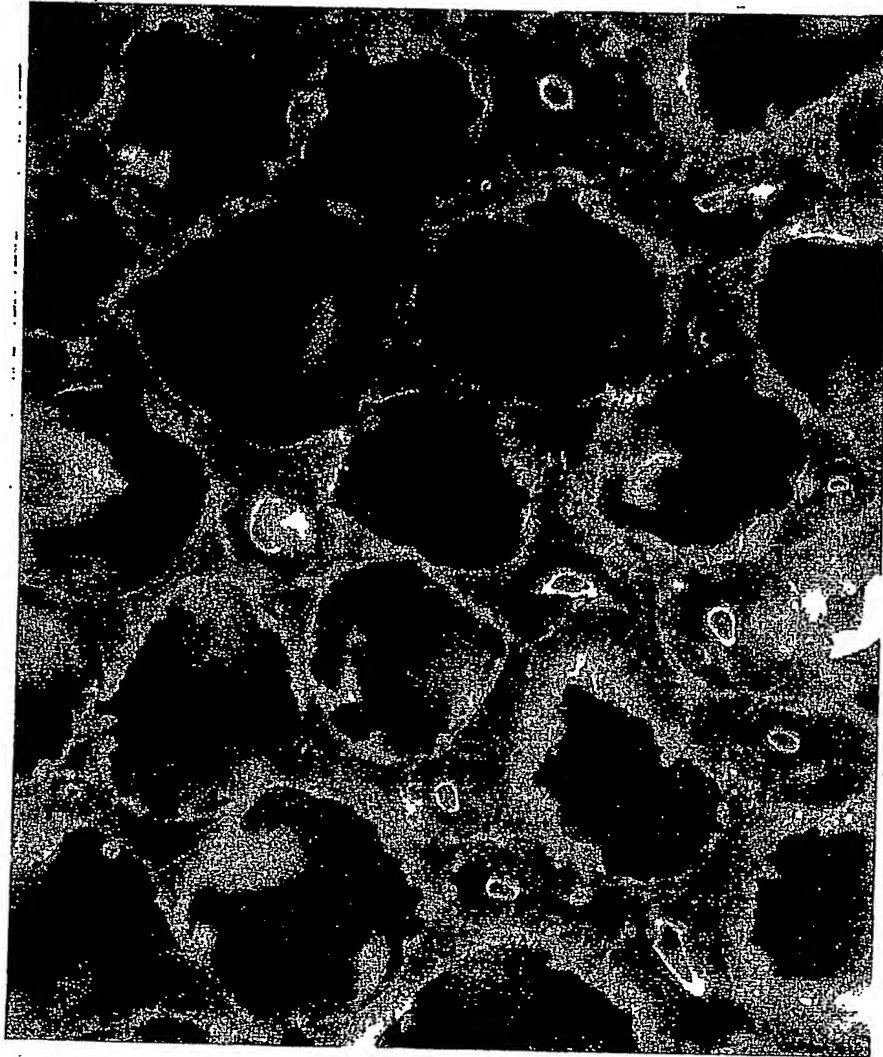


Abb 3/6

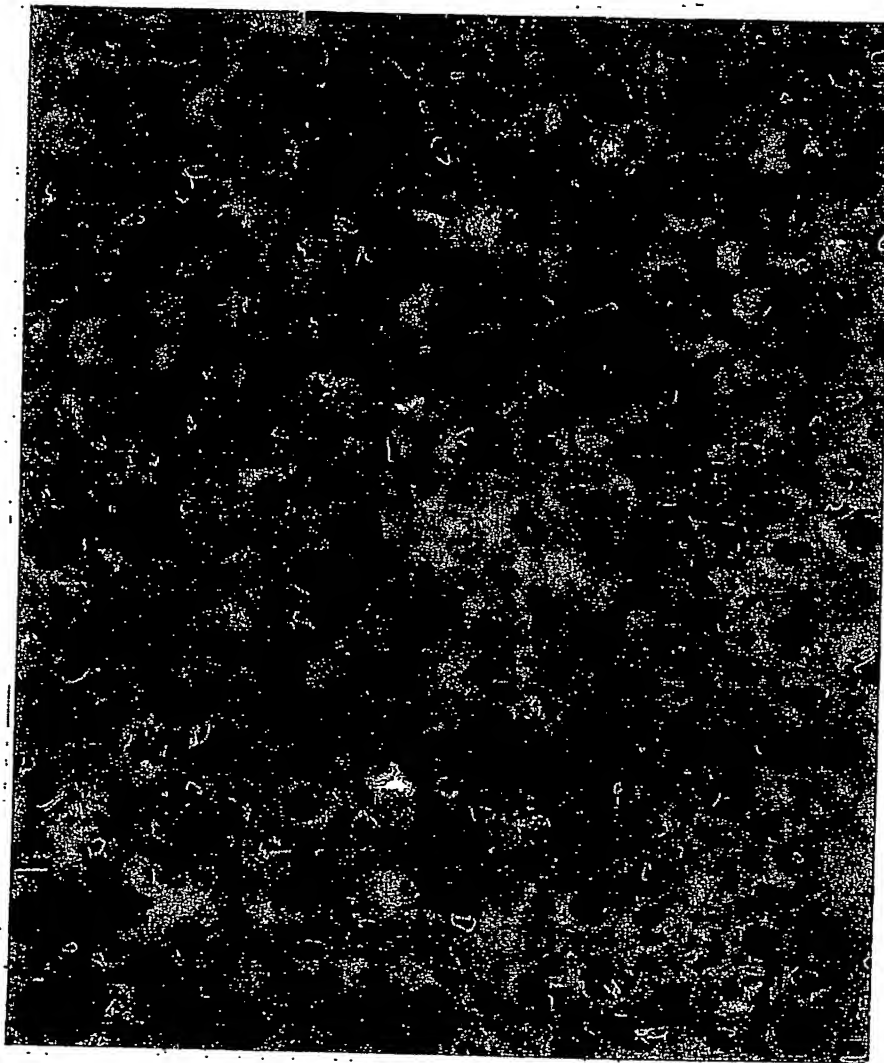


Abb 4/6

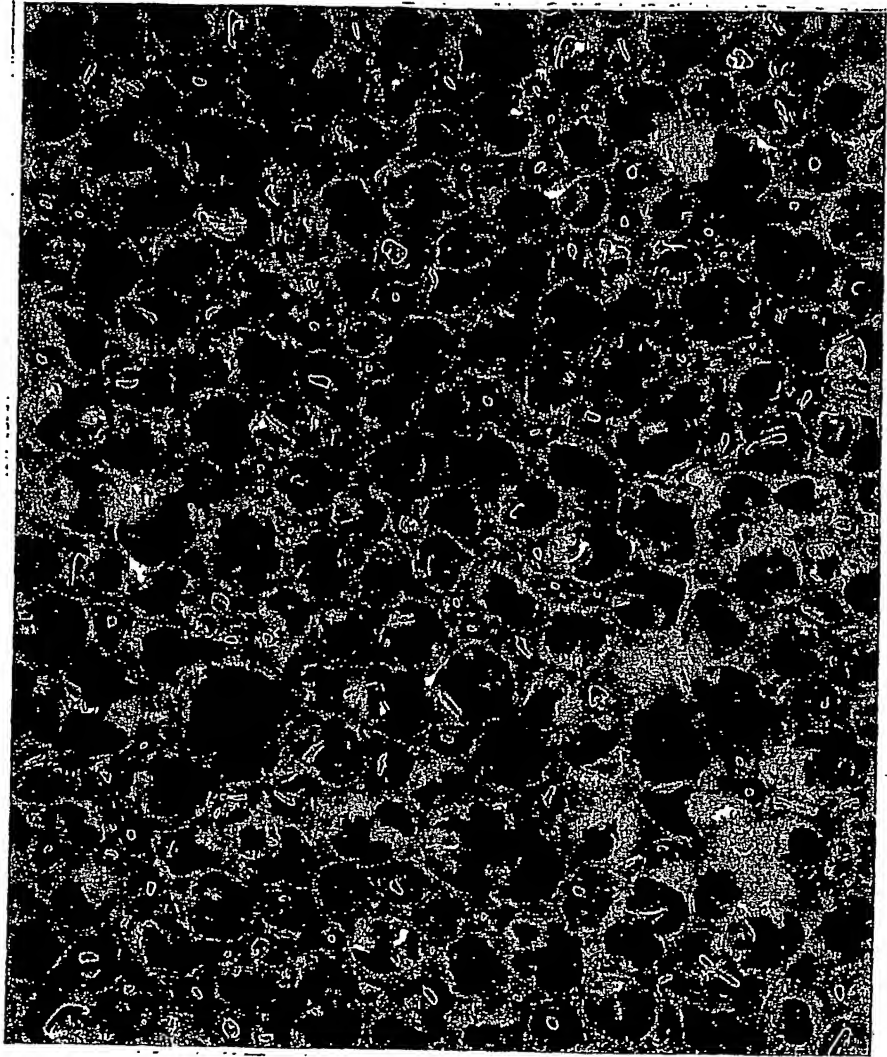


Abb 5/6



Abb 6/6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**